

ВИКОРИСТАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ІНДЕКСІВ ТА ПРОСТОРОВИХ БІОМАРКЕРІВ У СТАВКОВОМУ РИБНИЦТВІ

Й.В. Гриб¹, О.М. Шандрук²

¹Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

²Національний університет водного господарства
і природокористування, м. Рівне

Розглянуто сучасний стан використання екологічних індексів стану поверхневих вод у практиці рибництва. Показано недоліки в отриманні оперативної інформації про стан водного середовища. Запропоновано використання просторових біомаркерів, що включають якість водного середовища, щільність посадки молоді риб, витрати кормів, масу товарної риби та рибопродуктивність. Просторовий біомаркер дає можливість оцінки наряду ведення товарного рибництва, визначення рибопродуктивності й рентабельності господарства.

У сучасній науковій літературі та практиці ведення товарного рибного господарства в оцінці екологічної ситуації стану поверхневих вод використовуються стандартний набір досліджень гідрохімічних та гідробіологічних характеристик: величина рН, кисневий режим, вміст органічних речовин за перманганатним окисненням, прозорість, мінералізація, вміст іонів заліза тощо. Це звичайні фонові характеристики стану водного середовища, які не мають заперечень. Тим більше вони добре описані та використовуються у новітніх наукових дослідженнях молодих учених [1].

Однак для підвищення коефіцієнта корисної дії (ККД) в оцінці екологічної ситуації слід використовувати апробовані узагальнені індекси стану поверхневих вод, прирівнюючи рибогосподарські вимоги якості поверхневих вод до еталону [2, 3].

На сьогодні використовують три блокові індекси оцінки стану поверхневих вод — сольового складу Іа, трофо-сапробіологічного Ів та токсикологічного Іс — за вмістом важких металів, пестицидів та радіонуклідів (табл. 1).

Відповідно до отриманих значень ведеться оцінка якості води за класами або категоріями, серед переліку характеристик із кожного блоку приймається максимальне значення одного з лімітуючих факторів (табл. 2).

Зрозуміло, використання індексів дає узагальнену екологічну характеристику за час спостережень, однак має істотний недолік — надає інформацію після факту порушення гідрохімічного, а тим більше гідробіологічного режиму, тобто не дає оперативної інформації, хоча може використовуватись в узагальненій оцінці стану водойми в системі моніторингу.

У практиці рибництва використовують, як правило, функціональні характеристики за принципом “норма–патологія”, що включає гідрохімічні характеристики (рН, кисневий режим, вміст іонів тощо), зовнішні ознаки стану водного середовища (піноутворення, запах, колір, наявність плівки тощо) та поведінку риб (підняття до поверхні, дзьобкування-захоплення ротом повітря, “ходіння” кругами, зміна кольору зябрового апарата та зовнішніх покриттів тощо).

Якість водного середовища в практиці рибництва — один із важелів отримання якісної товарної продукції, що залежить від інших складових — густоти посадки, кормового забезпечення, відсутності стресових ситуацій.

У практиці рибництва основними біопродукційними характеристиками є рибопродуктивність (Rn) як функція, яка залежить від густоти посадки риб, кормової бази та кормового коефіцієнта, коефіцієнта смертності та суми й тривалості стресових ситуацій — температурних, кисневих, реакції середовища тощо.

Таблиця 1. Вживані екологічні індекси стану поверхневих вод на території України [2]

Індекс	Визначення	Розрахункова формула	Характерне значення
Сольового складу I_a	Перевищення вмісту хлоридів, сульфатів, загальної мінералізації	$I_a = \frac{I_{a_i} \text{ факт. макс.}}{I_{a_i} \text{ регл.}}$	Перевищення за вмістом хлоридів, сульфатів, при закисненні поверхневих вод на рівні II–III класу екологічної якості
Трофо-сапробіологічний I_b	Кисневий режим, вміст біогенів, органічні залишки, зависі, величина рН, сапробність, біомаса фітопланктону	$I_b = \frac{I_{b_i} \text{ факт. макс.}}{I_{b_i} \text{ регл.}}$	Перевищення за біогенами в межах інтенсифікації і синтезу органічної речовини аноксії в період „цвітіння“ та ранкові часи (темновий фотосинтез), зміни рН при „цвітінні“ води
Токсикологічний I_c	Важкі метали, мідь, хром, свинець, та інші нафтопродукти, радіонукліди, СПАР	$I_c = \frac{I_{c_i} \text{ факт. макс.}}{I_{c_i} \text{ регл.}}$	Перевищення за вмістом свинцю, СПАР, нафтопродуктів за відсутності попередньої водопідготовки (буферних ставів)
Загальний стан водойми I_e	За максимальним значенням рангових індексів	$I_e = \frac{I_a + I_b + I_c}{3}$	Переважає більшість поверхневих вод віднесені до III–IV класів, тобто вимагають попередньої підготовки перед подачею у рибоводні стави та постійного моніторингу

Таблиця 2. Оцінка екологічної якості води за класами та категоріями [3]

Клас	Значення індексу I_e	
	За рівнем трофності, категорії	Згідно з класифікацією Й.В. Гриба (за продукцією первинної органічної речовини та значенням „золотого перетину“)
I	Оліготрофні; 1 ($I_e = 1,0$)	1,0–3,0
II	Мезотрофні; 2, 3 ($I_e = 2,0–3,0$)	3,1–8,0
III	Евтрофні; 4, 5 ($I_e = 4,0–5,0$)	8,1–13,0
IV	Політрофні; 6 ($I_e = 6,0$)	13,1–21,0
V	Гіпертрофні; 7 ($I_e = 7,0$)	21,1–50,0

Тобто її можна записати так:

$$Rn = f(n, m, k, k_{cm}, \sum str), \quad (1)$$

де n — густина посадки риб, екз./га; m — маса корму; k — кормовий коефіцієнт; k_{cm} — коефіцієнт смертності; $\sum str$ — кількість стресових ситуацій та їх тривалість.

Якість водного середовища виступає як фон, у якому розвивається риба, а рибопродуктивність — як кінцевий

результат, отриманий за вегетаційний період.

На нашу думку, фізичною характеристикою іхтіоекологічної ситуації, уживаною для оперативного контролю, є приріст маси вирощуваної риби за певний проміжок часу (декаду), тобто це можна записати так:

$$I_{\text{іхтіологічний}} = \frac{\Delta m_{\text{факт.}}}{\Delta m_{\text{опт.}}}, \quad (2)$$

де $\Delta m_{\text{факт.}}$ — середній приріст 10 екземплярів риби за декаду; $\Delta m_{\text{опт.}}$ — середній розрахунковий приріст порівняно з отриманим за минулі роки.

Якщо порівняти кінцеву масу товарної риби, отриманої нами за пасовищною (2005 р.), та напівінтенсивною (2008 р.) технологіями, то отримуємо значення $I_{\text{іхтіоекологічного}}$ (ідентичне добутку витраченої маси корму на кормовий коефіцієнт):

$$I_{\text{іхтіологічний}} = \frac{M_i}{M_0} = m \cdot k;$$

$$I_{\text{іхтіологічний}} = \frac{M_{2008}}{M_{2005}} = \frac{1000,0}{359,0} = 2,8.$$

Отриманий індекс може бути основою для вивчення подальшої кореляційної залежності рибопродуктивності водойм від складників, що входять у формулу (1), та відповідає індексу I_e для вод III класу екологічної якості.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Для оцінки загальної екологічної ситуації в рибоводному ставу використовували просторовий іхтіологічний біомаркер, що включає густоту посадки, кормове забезпечення, вагові характеристики риби та загальну рибопродуктивність (рис. 1).

Об'єктом дослідження були рибоводні стави ВАТ АПК "Зоря" Рівненської області за період з 2005 по 2008 р. Для порівняння були взяті дані рибцеху "Конотоп" [3].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Досліджуючи динаміку рибопродуктивності ставів за пасовищної та напівінтенсивної технологіях вирощування, ми звернули увагу на лімітуючі напрями розвитку рибництва в регіоні. А саме на:

- перехід на підвищену густоту посадки рибопосадкового матеріалу;

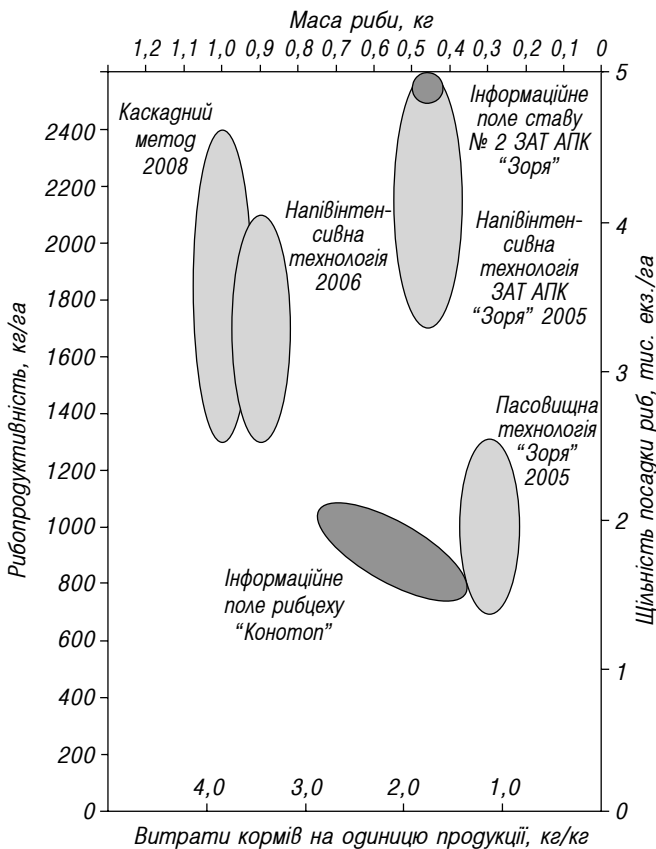


Рис. 1. Просторовий іхтіологічний біомаркер

- перехід на напівінтенсивну технологію вирощування риб за дворічного циклу, а також зарибнення ставів підрошеними личинками;
- збалансовану годівлю за каскадним методом із урахуванням балансу іонів кальцію (у кормах та водному середовищі).

За дефіциту кормів та їх здорожчання ми перейшли на каскадний метод годівлі риб, який базується на використанні можливих відходів місцевих кормів (зерна, гороху, силосної кукурудзи, рапсу тощо).

Годівлю риб у ставах розпочинали через 3–4 тижні від початку зарибнення (квітень–травень), коли температура води піднялась до 14°C. У перший місяць годівлю однорічок коропа проводили пшеничними висівками, насінням бобових культур.

У червні–липні, коли почалось “цвітіння” води, годували риб кормосумішшю зерновідходів із добавкою 1–2% меленої крейди, з тим, щоб співвідношення сирого протеїну та кальцію в кормах було близько 3:1.

Порівняльні характеристики складу нетрадиційних місцевих кормів засвідчили їхню високу поживну якість та високий кормовий коефіцієнт (табл. 3).

При цьому ростові процеси найбільше забезпечують за вмістом сирого протеїну

та жиру горох та ріпак (у кінці годівлі). Особлива увага приділялася балансу іонів кальцію у водному середовищі ставів. Вміст іонів кальцію у воді повинен бути не менше 100 мг/дм³, а сумарні витрати (на ростові процеси ВВР, зв’язування недоокиснених продуктів обміну при “цвітінні” води, на побудову кісткової тканини риб, переведення ціанкобаламіну в оксикобаламін та формування гідрокарбонатної буферності водного середовища) в період “цвітіння” води становлять 33,2 кг/га за Ca(OH)₂.

Вирощена риба відзначалась високою якістю м’яса та значною вгодваністю (жирність — до 5% маси).

Використання каскадного методу дало змогу за оптимальної густоти посадки рибопосадкового матеріалу та витрат кормів на 1 кг маси товарної риби отримати за дворічного циклу масу товарної риби 1–1,1 кг та рентабельності 63,14% при початковій 19,2%.

Виробничі показники в часовому аспекті подано в табл. 4.

Просторовий біомаркер за рибпродуктивністю досліджуваних ставів має такий вигляд (рис. 2).

ВИСНОВКИ

Прогнозуючи густоту посадки та використання кормів на одиницю продукції за просторовим біомаркером, можна про-

Таблиця 3. Порівняльна характеристика складу нетрадиційних кормів, що використовувались при годівлі риб [4, 9]

Корм	Сирий протеїн, %	Сума амінокислот,	У тому числі незамінних амінокислот	Кормовий коефіцієнт	Добавка крейди в розрахунку на Ca ²⁺ , г/кг
		г/кг			
Зерно пшениці	13,0	107,2	34,7	4,0–5,0	40,0
Горох	23,5	196,5	66,0	3,0–5,0	80,0
Зерно кукурудзи	8,5	86,5	17,2	4,0–7,0	28,0
Зерновідходи від комбайнування	11,0	85,6	29,0	8,0	33,0
Ріпак	23,0	–	–	6,0	80,0
Сумарний кормовий коефіцієнт	–	–	–	3,1	–

Примітка. Поживні характеристики подано за І.І. Грициняком [4], останні дані — наші [9].

Таблиця 4. Виробничі показники, отримані за різних технологій вирощування коропа у досліджуваних ставах за роками

Показник	Став, технологія			
	№ 1	№ 2	№ 1 і № 2	
	пасовищна	напівінтенсивна		
	2005	2005	2006	2008
Площа ставу, га	3,4	3,0	6,4	
Щільність посадки, екз/га:				
короп	2500*	5000*	2500	2500
гібрид товстолоба	800	1500	650	800
загальна	3300	6500	3150	3300
Початкова маса, г:				
короп	32,0	32,0	38,5	41,6
гібрид товстолоба	43,0	43,0	84,5	90,5
Кінцева маса, г:				
короп	359,0	498,0	980,0	1000,1
гібрид товстолоба	362,0	420,0	1200,0	1100,0
Вихід, %				
короп	62,0	83,3	70,0	75,1
гібрид товстолоба	59,0	65,0	61,5	63,1
Рибопродуктивність, кг/га:				
короп	506,8	1351,4	1673,8	1877,4
гібрид товстолоба	150,5	367,5	489,6	554,8
загальна	657,3*	1718,9	2163,4	2432,2
Згодовано кормів, кг	–	20000	30000	38000
Вирощено риби за рахунок кормів, кг	–	5156,7	13843,23	15566,08
Витрати кормів, одиниць	–	4,35	2,80	3,16
Витрати кормів на всю продукцію, одиниць	–	3,87	2,16	2,44
Внесено вітаміну В ₁₂ з кормами, мкг	–	116000	174000	220400
Витрати вітаміну В ₁₂ , що надійшли з кормами, на 1 кг біомаси риб, мкг	–	120	180,0	228,0
Витрати вітаміну В ₁₂ з природних джерел, мкг	–	80,0	120,0	150,0

Примітка. *З урахуванням площі руслового біоплато 1,4 га рибопродуктивність ставу № 1, незважаючи на недостатньо високу товарну масу дволітки коропа, загальна рибопродуктивність була висока (за рахунок завищеної щільності посадки та використання рибою детриту) і становила 506,8 кг/га щодо дзеркального коропа, та близька до значень, отриманих Шерманом для малих водосховищ [10].

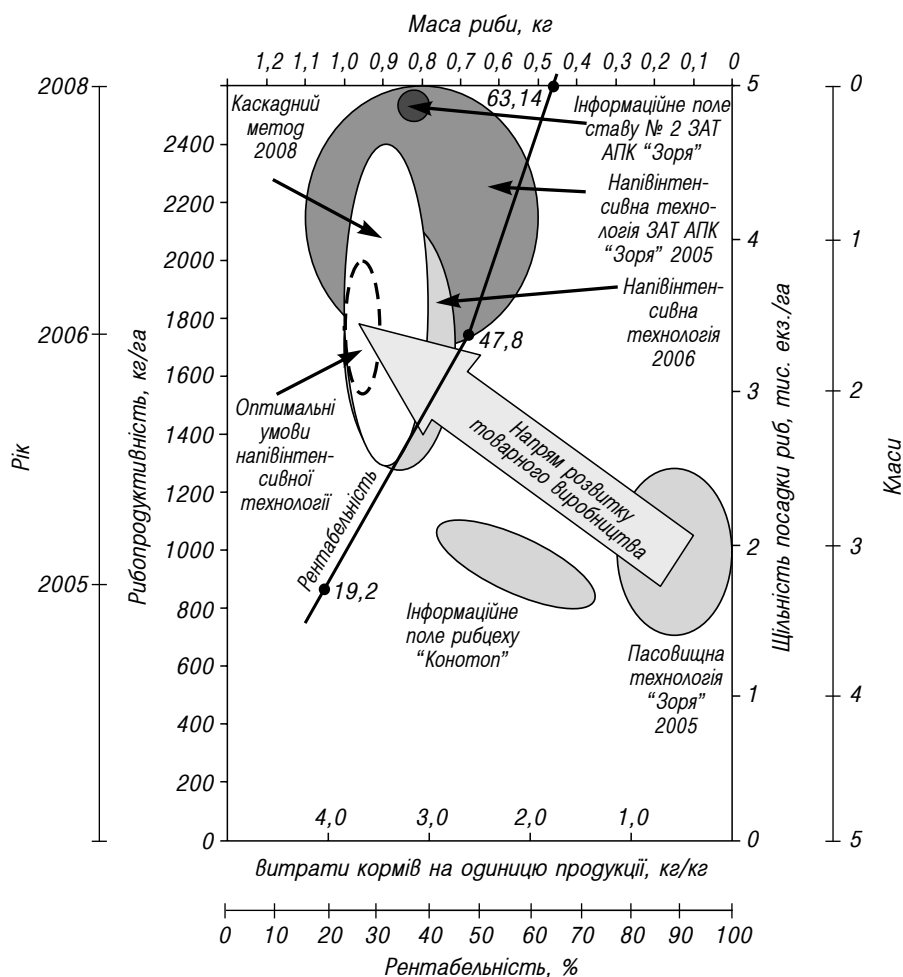


Рис. 2. Просторовий іхтіомаркер рибопродуктивності ставів за 2005–2008 рр. (рентабельність віднесена до витрат кормів за сезон вегетації за умов напівінтенсивної технології вирощування)

гнозувати рибопродуктивність та рентабельність водойми.

Оптимальною величиною для ведення рибного господарства для лісостепової

зони рибництва визначено густоту посадки 3 тис. екз./га, витрати кормів 3–3,5 од. та рибопродуктивність до 1800–2000 кг/га за коропом у полікультурі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гоч І.В. Біологічні особливості та видове різноманіття річкової іхтіофауни Центрально-Подільського Придністров'я України: Автореферат дис. ... к. б. наук. — К., 2008. — 21 с.
2. Гриб Й.В., Сондак В.В. та інші. Відновна іхтіоекологія. — Рівне: Волинські обереги, 2008. — 629 с.
3. Гриб Й.В., Клименко М.О., Сондак В.В. Відновна гідроекологія. — Рівне: Волинські обереги, 1999. — 329 с.
4. Гринжєвський М.В., Пшеничний Д.Р. Вирощування дволіток коропа в полікультурі // Рибогосподарська наука України. — 2007. — № 7. — С. 41–45.
5. Грициняк І.І. Науково-практичні основи раціональної годівлі риби. — К.: Рибка моя, 2007. — 239 с.
6. Грициняк І.І. Ефективність використання нетрадиційних кормів у годівлі коропа: Автореферат дис. ... к. с.-г. наук. — К., 2004. — 20 с.

7. Оленев И.Г. Показатели качества природных вод с экологических позиций. — Львів: Світ, 1992. — 243 с.
8. Сондак В.В. Відновна іхтіоекологія водойм Полісся України. — Рівне: Волинські обереги, 2008. — 300 с.
9. Шандрук О.М. Про вплив співвідношення у кормах вітаміну В₁₂, сирого протеїну та кальцію на рибопродуктивність нагульних ставів // Рибогосподарська наука України. — 2009. — № 2. — С. 82–90.
10. Шерман І.М., Пилипенко Ю.В. Еколого-технологічні основи рибогосподарської експлуатації малих водосховищ України // Проблеми воспроизводства аборигенных видов рыб. — К.: УкрНИИРХ, 2005. — С. 166–173.
11. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксюк та інші. — К.: Символ, 2008. — 29 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ И ПРОСТРАНСТВЕННЫХ БИОМАРКЕРОВ В ПРУДОВОМ РЫБОВОДСТВЕ

Й.В. Гриб, А.М. Шандрук

Рассмотрено современное состояние использования экологических индексов поверхностных вод в практике рыбоводства. Показаны недостатки в получении оперативной информации о состоянии водной среды. Предложено использование пространственных биомаркеров, которые включают качество водной среды, плотность посадки молоди рыб, затраты кормов, массу товарной рыбы и рыбопродуктивность. Пространственный биомаркер дает возможность оценки направления ведения товарного рыбоводства, определения рыбопродуктивности и рентабельности хозяйства.

THE USE OF ECOLOGICAL INDEXES AND SPATIAL BIOMARKERS IN THE POND FISH-FARMING

I. Grib, O. Shandruk

The modern consisting of ecological indexes use of the surface-water state is considered of fish-farming practice. Failings are rotined in the receipt of operative state information water environment. The use of spatial biomarkers which include quality of water environment is offered, a landing closeness finfishness, expenses of forages, mass of commodity fish and fish produktivity. A spatial biomarker is given by estimation possibility of conduct direction of commodity fish-farming, determinations of fish productivity and profitability of economy.